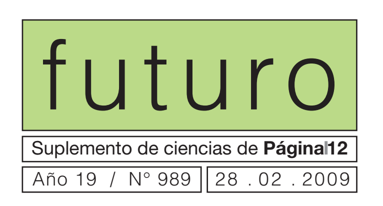


2009: Año Internacional de la Astronomía

VUELTAS POR EL UNIVERSO

La Nueva Vía Láctea

Hace cuatro siglos, Galileo perforó el cielo con su primer telescopio y descubrió que esa franja inmensa y fantasmal que se desparramaba de horizonte a horizonte era un mar de estrellas apretujadas, sólo interrumpido por grandes manchones brillantes o decididamente oscuros. La Vía Láctea, aquel mítico camino de leche derramada del pecho de Hera, la esposa de Zeus, empezaba a revelar su poderosa identidad.

NASA

La Nueva...

"La galaxia no es otra cosa que congregados de innumerables estrellas distribuidas en cúmulos."
Galileo Galilei (*Siderius Nuncius*, 1610).

POR MARIANO RIBAS

De la mano de nuevos instrumentos y nuevas técnicas, los herederos de Galileo siguieron sus pasos y se lanzaron de cabeza a la titánica faena de trazar el complejo perfil de nuestra galaxia. Su tamaño, su forma, su estructura, su masa y hasta la posición de nuestro Sistema Solar, irremediablemente perdido en ese remolino de cientos de miles de millones de estrellas.

Durante los últimos años, los astrónomos han afinado el lápiz. Y gracias a una serie de flamantes descubrimientos y mediciones muy precisas, hoy podemos celebrar el Año Internacional de la Astronomía con una Vía Láctea más grande, más elegante, más compleja y más asombrosa. Toda una nueva galaxia.

DE HERSCHEL A HUBBLE

Es muy difícil saber cómo es realmente la Vía Láctea. De hecho, en el cielo apenas vemos parte de su perfil. Y la razón es tan simple como inevitable: vivimos hundidos dentro de ella, inmersos en sus profundidades. Es como querer conocer la forma y el tamaño de un enorme palacio, viviendo siempre encerrados en uno de sus más insignificantes rincones. Sólo tenemos una ventana. Y desde allí podemos intentar algo. Uno de los primeros que se arriesgó a mirar un poco más allá, justamente, fue William Herschel, un "caza-cometas" aficionado a la astronomía.

Todos lo conocemos por ser el descubridor de Urano (en 1781), pero Herschel hizo muchas otras cosas. Entre ellas, y con la ayuda de su hermana Carolina, se cargó al hombro la titánica tarea de mapear, con un telescopio, la distribución de las estrellas en distintas regiones del cielo. Herschel suponía que todas las estrellas eran parecidas al Sol. al que creía en el centro de la galaxia; los Herschel armaron un crudo boceto de la Vía Láctea, que la presentaba como una suerte de lente vista de perfil, y cuyo largo era unas 5 veces mayor que su espesor. Para empezar, no estaba nada mal.

Durante el siglo XIX, el modelo "lenticular" de la Vía Láctea tuvo algunos retoques y mejoras. E incluso ciertos intentos por determinar su tamaño y su cantidad de estrellas. Pero para el siguiente hito, verdaderamente significativo, hubo que esperar hasta comienzos del siglo XX, cuando Jacobus Cornelius Kaptein se despachó con un estudio cuantitativo que, entre otras cosas, sugería que la Vía Lactea medía unos 50 mil años luz de diámetro, por unos 10 mil años luz de espesor.

Y algo nada menor: el Sol, lejos de estar en el centro, se encontraba perdido hacia la parte media de su estructura. A esta misma conclusión llegó su colega, el estadounidense Harlow Shapley, ya en la década de 1920, cuando estudió la distribución de los "cúmulos globulares" de la galaxia (enormes agrupaciones esféricas de decenas o miles de millones de estrellas).

Mientras tanto, Edwin Hubble confirmaba que el Universo estaba en expansión, que la Vía Láctea era apenas una galaxia más y que las galaxias venían en distintos tamaños y formas: elípticas, espirales e irregulares, dando pistas sobre el posible aspecto de la nuestra.

LA GRAN ESPIRAL

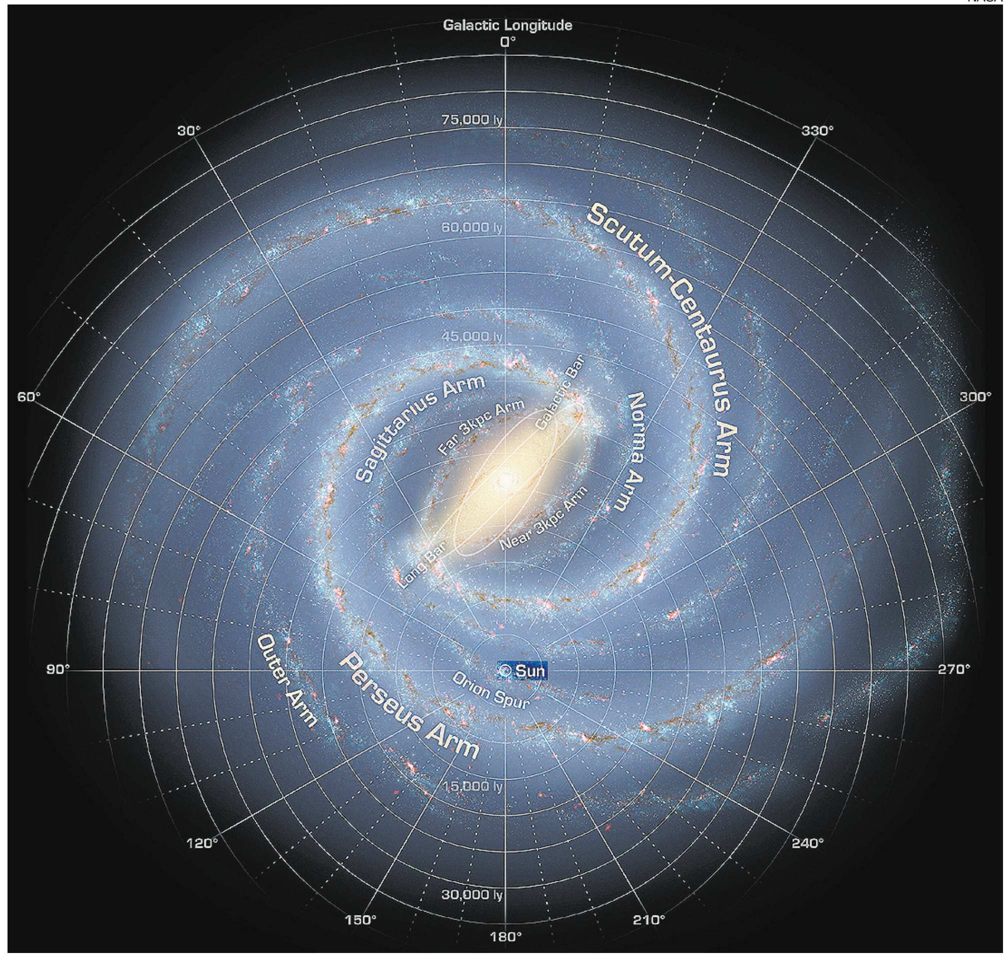
Ya en los años '40, el alemán Walter Baade notó que las estrellas más brillantes y calientes (las azules) solían ser más abundantes en los brazos de las galaxias espirales que había observado. Otro buen indicio. Enseguida, William Morgan tomó la posta de Baade y, junto a sus colegas del Observatorio Yerkes, se lanzó a un meticuloso mapeado de la estructura de la Vía Láctea, tomando como referencia, justamente, las distancias y la distribución de estrellas azules. Pero también la posición de las grandes regiones de formación estelar ("nebulosas de emisión").

Al juntar las piezas, Morgan y los suyos se dieron cuenta de que, en realidad, y tal como muchos sospechaban, la Vía Láctea era una galaxia espiral (y ya no un disco uniforme, de aspecto lenticular), con un núcleo enorme y masivo, y a su alrededor algunos brazos espiralados. En 1951, Morgan presentó formalmente su nueva Vía Láctea ante la Sociedad Americana de Astronomía (www.aas.org). Y recibió una estruendosa ovación de pie.

El modelo de Morgan mostraba 3 brazos espiralados, que por entonces fueron bautizados "Perseo", "Orión" y "Sagitario" (tomando en cuenta aproximadamente las regiones del cielo que ocupaban). No hubo mayores cambios durante las décadas siguientes: en los años '60, '70 y '80, varios grupos de científicos usaron radiotelescopios para trazar la estructura de la Vía Láctea.

Y si bien llegaron a resultados diversos, la maqueta general era esencialmente la misma: una galaxia espiral, de unos 100 mil años luz de diámetro por 20 mil de espesor (en su parte central), formada por unas 200 mil millones de estrellas. ¿Y el Sistema Solar? Estábamos perdidos a casi 30 mil años luz del centro galáctico, en el brazo menor (o sub-brazo) de Orión.

NASA



MAPA DE LA VIA LACTEA REALIZADO MEDIANTE OBSERVACIONES DEL TELESCOPIO ESPACIAL SPITZER.

2005: "LA BARRA"

Uno de los grandes problemas a la hora de sondear las profundidades de la Vía Láctea son sus densas nubes de gas y polvo, que se concentran especialmente hacia su núcleo. La luz visible no puede traspasar esa bruma galáctica, que actúa como verdadera muralla para los telescopios convencionales. Pero hay un truco que nos permite ver lo que la galaxia parece no querer dejarnos ver: la luz infrarroja.

Porque la luz infrarroja sí puede traspasar esas pesadas cortinas de gas y polvo. Y de esa manera, los telescopios infrarrojos ven a unas y otras. Así fue como en los años '90, y muy especialmente a comienzos de 2000, los telescopios infrarrojos penetraron la densa y polvorienta zona central de la Vía Láctea. Y ahí vino la sorpresa.

En 2005, y con la ayuda del Telescopio Espacial Spitzer de la NASA (www.spitzer.caltech.edu/español), un grupo de astrónomos estadounidenses, encabezado por Robert Benjamin (Universidad de Wisconsin, en Whitewater), confirmó algo que, hasta entonces, era apenas una sospecha: la Vía Láctea no es una galaxia espiral clásica. Es una galaxia espiral barrada. Su núcleo está atravesado por una inmensa barra de unos 25 mil años luz de diámetro, formada por miles de millones de estrellas, y nubes de gas y polvo.

Una gruesa barra de cuyos extremos, sí, parten los brazos espirales. De pronto, la Vía Láctea se nos presentaba mucho más parecida a clásicas galaxias barradas, como NGC 1365 o NGC 1300. Y ya no tanto a galaxias espirales más simétricas y convencionales, como por ejemplo M74. Otro ajuste de tuercas en la descripción de su compleja morfología. Pero había más.

IDENTIKIT DE LA VIA LACTEA

- Clasificación: galaxia espiral barrada (con 2 brazos principales).
- Diámetro del disco: 120 mil años luz.
- Posición del Sistema Solar: a 26 mil años luz del centro (en el sub–brazo de Orión).
- Cantidad de estrellas: 200 a 400 mil millones.
- Velocidad de giro: 240 km/segundo.
- Masa del disco principal: 300 mil millones de masas solares.
- Masa total (con materia oscura): 3 billones de masa solares.
- Diámetro total (con halo de materia oscura): 1 billón de años luz (cifra muy estimativa).

2008: SOLO 2 GRANDES BRAZOS

La Vía Láctea era una espiral barrada. El cambio no era menor. Pero todavía parecía tener 4 brazos principales: el de Escudo-Centauro, el de Sagitario, el de Norma y el de Perseo (más algunos sub-brazos, como el de Orión, que incluye al Sistema Solar). Pero el año pasado, Benjamin y los suyos tomaron unas 800 mil imágenes infrarrojas de distintas zonas de la galaxia. Nunca antes se había encarado semejante mapeo galáctico. Y la cuestión es que, luego de cotejar distancias y distribuciones de todas esas estrellas, los científicos descubrieron que su cantidad aumentaba alevosamente en dirección al brazo de Escudo-Centauro, pero no en dirección a los supuestos brazos de Sagitario y de Norma, menores y menos densos.

Así, la Vía Láctea se quedó con sólo dos brazos mayores: el de Escudo-Centauro y el de Perseo. Ambos parten de los extremos de la barra central. Y tienen, por lejos, la mayor cantidad de estrellas jóvenes, azules y muy brillantes, pero también de estrellas rojas y viejas. Los demás son brazos menores, sub-brazos o simples escisiones. Sobre la base de estos nuevos datos, la NASA preparó un nuevo bosquejo de la Vía Láctea. Una mezcla de ciencia y arte que es, justamente, la ilustración que acompaña a este artículo.

2009: MAS GRANDE Y MASIVA

Evidentemente, nuestra imagen de la Vía Láctea ha cambiado durante estos últimos años. Pero muy recientemente han llegado novedades que tienen que ver con asuntos literalmente más pesados, y ya no tanto de estructura o de silueta. Ahora también parece que la galaxia es más grande y más masiva de lo que creíamos. Tan es así que, lejos de ser la "hermana menor" de Andrómeda (una espectacular galaxia espiral de la que nos separan "apenas" casi 3 millones de años luz), resulta que la Vía Láctea sería absolutamente equiparable a su vecina.

El anuncio se hizo en enero, una vez más durante un encuentro de la Sociedad Americana de Astronomía (celebrado en Long Beach, California). Allí, el astrónomo Mark Reid (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics) presentó las más flamantes y directas mediciones de la masa (cantidad de materia) de la Vía Láctea jamás realizadas.

Sintéticamente, lo que hicieron Reid y sus colegas fue medir las distancias y movimientos de casi 20 regiones de la galaxia con muy intensa formación estelar (llamadas *radio masers*), en un radio de unos 10 mil años luz del Sistema Solar. Y para eso utilizaron una poderosa red de diez radiotelescopios: el Very Long Baseline Array (www.vlba.nrao.edu), que se extiende desde Hawai hasta Nueva Inglaterra. Con esos datos calcularon a qué velocidad se movían los *masers* en torno del centro de la galaxia.

Y resultó que lo hacían más rápido de lo esperado: a 270 km/segundo (en lugar de unos 240 km/segundo). ¿Conclusión? Si la galaxia (o sus partes) gira más rápido, debe ser porque toda la Vía Láctea es más masiva (más adelante se entenderá por qué lo de "toda"). Es simple: a mayor velocidad de giro, mayor debe ser la masa que debe haber entre cada región y el centro de la galaxia (que es el "eje" de giro) para evitar que esas regiones se escapen al espacio intergaláctico.

En resumen: Reid y sus colegas estimaron que la Vía Láctea tiene 3 billones de masas solares (3 millones de millones). Ni más ni menos que un 50 por ciento más de lo que se creía hasta hace muy poco. Y que su disco principal (la espiral, con la barra y los brazos) es un 15 por ciento más grande: en lugar de medir algo más de 100 mil años luz de diámetro, llega al menos a 120 mil años luz.

Pero volvamos a la terrorífica cifra de 3 billones de masas solares, porque aquí subyace una trampita: resulta que apenas el 10 por ciento de esa cifra corresponde a la galaxia visible, a la elegante espiral barrada que aquí vemos dibujada, formada por estrellas, nebulosas y cúmulos estelares. En definitiva, lo que vemos directa o indirectamente. El resto... bueno, el resto es algo literalmente oscuro.

OSCUROS MISTERIOS

La galaxia pesa 3 billones de veces más que el Sol. Pero lo que vemos y medimos es 10 veces menos. El resto es la dichosa "materia oscura", una entidad desconocida que baña todo el universo, superando holgadamente a la "materia normal". Y que, tal como lo dice su nombre, es invisible, aunque puede detectarse por su influencia gravitatoria. En el caso de la Vía Láctea, desde hace algunas décadas los astrónomos saben que su estructura visible y espiralada está envuelta por una especie de burbuja (o "halo") de materia oscura.

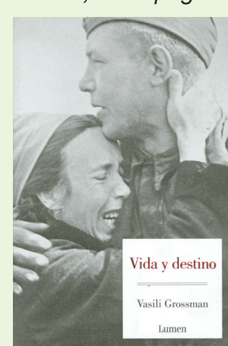
Y algo similar parece ocurrir en tantísimas otras galaxias. En todas las escalas cósmicas, la materia oscura es moneda corriente. Y otro capítulo aparte es "Sagitario A", el súper agujero negro que domina el núcleo de la galaxia (**Futuro** ya se ha ocupado de este tema en 2008). Esta bestia gravitatoria pesa 4 millones de masas solares.

Lo cierto es que después de todos estos ajustes, de masa, tamaño y de materia oscura, ya no tenemos nada que envidiarle a nuestra vecina Andrómeda. Ambas galaxias son –cabeza a cabeza, y por lejos– los dos pesos pesado del "Grupo Local", un conglomerado de 50 galaxias: nuestro barrio galáctico. "Hasta ahora pensábamos que Andrómeda era la dominante del Grupo Local, y que la Vía Láctea era su hermana menor –dice Reid–, pero parece que, en realidad, ambas son hermanas gemelas." Vivimos en una galaxia *premium*. Un poco de caricias para nuestro orgullo astronómico, tan vapuleado desde los tiempos de Copérnico y Galileo.

Y a propósito: ¿qué diría Galileo de todo esto? Hoy, la humanidad está celebrando sus proezas científicas, su valentía y su honestidad intelectual. Hace cuatro siglos, Galileo perforaba el cielo y sus apariencias, telescopio en mano. Observó la Luna, las manchas del Sol, y descubrió las fases de Venus y los satélites de Júpiter. Pero también, claro, se le animó a la Vía Láctea, aquel mar de "innumerables estrellas". Nuestra casa en el Universo. Esa isla inmensa, espiralada, barrada, elegante y súper masiva. Galileo estaría muy contento de conocerla tan bien como nosotros.

LIBROS Y PUBLICACIONES

VIDA Y DESTINO
Vasili Grossman
Lumen, 1100 páginas



¿Por qué aparece acá una novela de mil cien páginas? Porque sin duda es una de las grandes novelas del siglo XX, que recién ahora se publica en castellano. Pero además, porque tiene bastante que ver con la ciencia.

Vida y destino, la típica novela rusa, más *à* la Tolstoi que *à* la Dostoievski, con miríadas de personajes (hasta el punto de que la editorial, en un rapto de lucidez, agrega al final unas ocho páginas, donde consta el "reparto", para facilitar la lectura). Transcurre –y sus personajes se entrelazan– durante la batalla de Stalingrado, es decir, más o menos desde mediados de 1942 hasta los primeros días de febrero de 1943, cuando Von Paulus se rindió con lo que quedaba de su poderoso ejército, y reconstruye el clima bélico (tanto del lado ruso como del alemán), con un verismo digno de *La guerra y la paz*.

Pero además, dentro del ejército de los *dramatis personae* uno de los centros de atención es Víktor Pavlovich Shtrum, un físico que se dedica a la investigación nuclear (no hay más remedio en esta reseña que centrarse en él), en uno de los momentos en que ésta viraba decididamente y se encaminaba a la fisión del uranio y a la forma de extraer energía a partir del núcleo atómico, que, presumiblemente, podía desembocar en bombas de una potencia como la que más tarde se conoció.

Y es interesante el panorama de la manera de hacer ciencia en pleno terror estalinista, cuando una palabra de más o de menos podía significar el *gulag*, y una acusación de "idealismo" podía prevalecer frente a la contundencia de una ecuación.

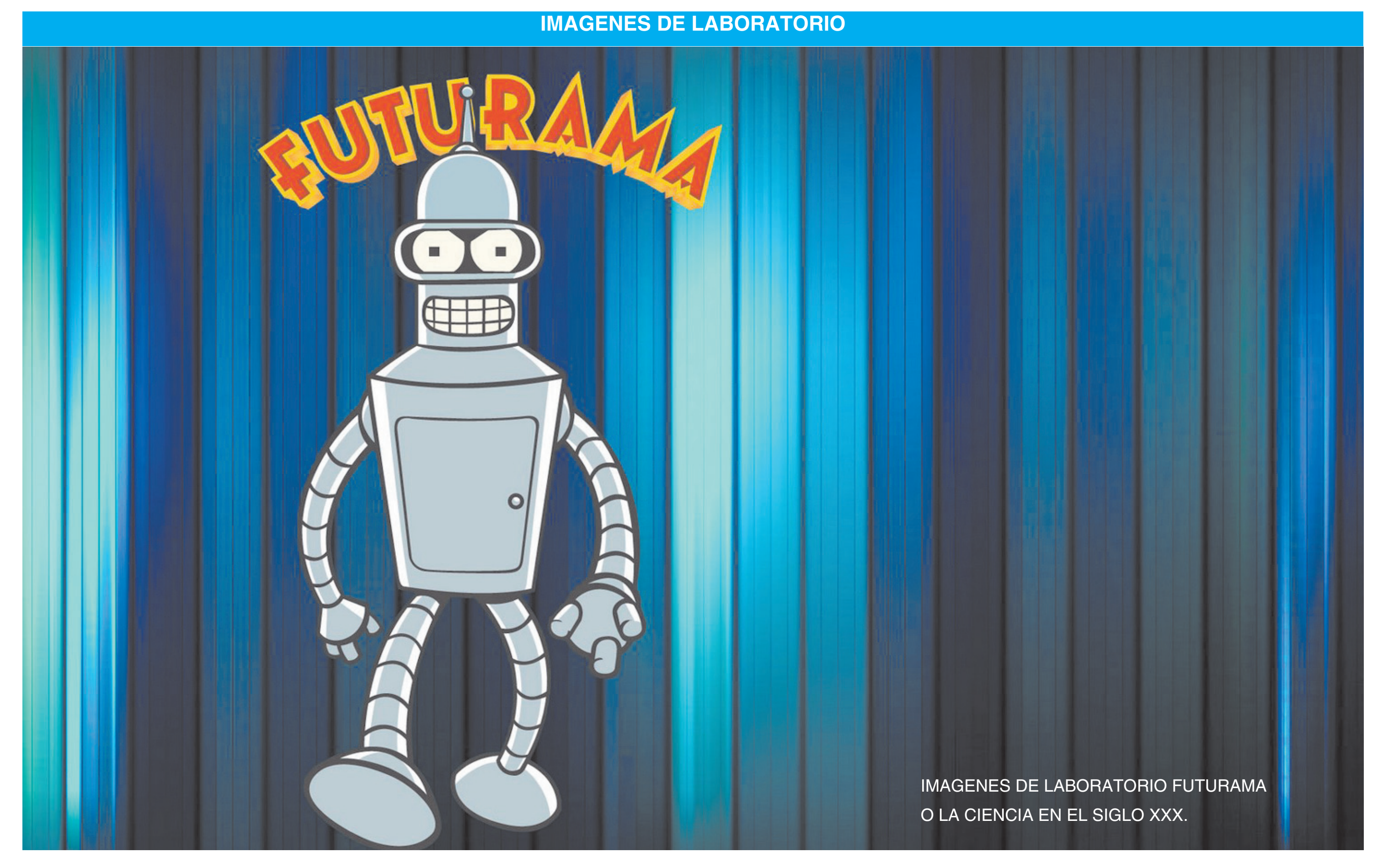
Verdaderamente, *Vida y destino* no ahorra nada y sus pavorosas y nutridas páginas se atraviesan sin aliento y de un tirón. Más allá del interés científico de la figura de Shtrum, que se debate contra el disparate estalinista, es una gran, gran novela.

LEONARDO MOLEDO

AGENDA CIENTIFICA

"GALILEO, SOBRE LA MESA"
En el Año Internacional de la Astronomía, el Centro Cultural Rojas (CCR) presenta *Galileo, sobre la mesa* –con el auspicio de la Universidad de Buenos Aires–, una obra de Horacio Tignanelli con dirección de Cecilia Vázquez y puesta de la compañía Ad Hoc, que estrena una adaptación al teatrino del clásico de Bertold Brecht *Leben des Galilei* (1955), representación humanista de la ciencia y su continua lucha contra todo tipo de dogmatismo.
La obra se apoya sobre el dramatismo del teatro de Pollock y construye –para recrear los códigos del juego infantil– una ambientación que se vale de una reducida platea, el titiritero y el fenómeno teatral. La cita es hoy, y durante todos los sábados de marzo, en la Sala Biblioteca del CCR (avenida Corrientes 2038), a partir de las 19.30. La capacidad de la sala es limitada. Las entradas valen 15 pesos. Para más información, pueden comunicarse al 49548352/49533556, o visitando el sitio www.rojas.uba.ar.

futuro@pagina12.com.ar



IMAGENES DE LABORATORIO FUTURAMA O LA CIENCIA EN EL SIGLO XXX.

Futurama o la ciencia en el siglo XXX

POR CLAUDIO SANCHEZ

Futurama, la maravillosa creación del norteamericano Matt Groening, fue tan inteligentemente pensada como su tira hermana, *Los Simpson*. Tal vez, demasiado inteligentemente. En ciertos episodios de la serie que hace de Springfield su escenario natural, encontramos muchas alusiones a temas científicos: desde el efecto Coriolis (Bart contra Australia), a las leyes de la termodinámica (Lucha educativa) o al Ultimo Teorema de Fermat (Homero 3, del Especial de Noche de Brujas VI); una variedad de guiños a la ciencia, pero también a la tecnología, trascienden la pantalla y generan complicidad, en el mejor de los casos, con el espectador.

En el caso de *Futurama*, por ser una serie de ciencia ficción, esas alusiones son mucho más frecuentes y eruditas, y entonces la mecánica cuántica, la historia de la matemática, las leyes de Newton, la hidrostática y otros temas propuestos por Groening acercan la ciencia al público en plan descontracturado y divertido.

Pero, por otro lado, no está de más preguntarse si tiene sentido sembrar cada episodio con tantos chistes y guiños científicos que solamente serán captados por un pequeño porcentaje de la audiencia. Según explican los responsables de la tira, su límite es que estas cuestiones no deben opacar la historia principal. Está claro que quien tenga cierto conocimiento en temas científicos obtendrá un goce adicional al develar los guiños que el guionista siembra a su paso. Pero quien no tenga *background*, deberá disfrutar por igual del episodio en cuestión.

La historia en *Futurama* comienza el 31 de diciembre de 1999 cuando Fry, un repartidor de pizzas, queda encerrado en una cámara criogénica y permanece congelado durante mil años. Al despertar conoce a Leela, una mutante de un solo ojo; a Bender, un robot pendenciero y al profesor Farnsworth, un científico excéntrico que dirige una empresa de encomiendas llamada *Planet Express* y que además es tátara-tátara-tátara-tátara-tátara sobrino de Fry. En este ambiente futurista, los guionistas (muchos de ellos con títulos universitarios en diversas áreas científicas) desarrollan al máximo su gusto por la ciencia.

LO QUE MATA ES LA PRESION

Por ejemplo, en el episodio "Viaje al sureste" la nave Planet Express es arrastrada a las profundidades del océano por un pez gigante. En un momento, la tripulación teme por la seguridad de la nave, sometida a más de 150 atmósferas de presión. "¿Cuántas atmósferas resiste?", pregunta Fry. "Bueno. Es una nave espacial. Así que yo diría que entre cero y una", responde Farnsworth. Efectivamente, una nave espacial soporta la presión normal (una atmósfera) cuando se encuentra en tierra, a nivel del mar, y cero cuando se encuentra en el vacío del espacio. Pero claro, un conocimiento mínimo de física es necesario para comprender el comentario.

> Con el advenimiento de los *mass media*, acompañados muy de cerca por una Sociedad de la Información algo ávida de nuevos contenidos (bastante más alejados de la frívola TV cotidiana), la ciencia aprovecha para derramar su laboratorio de ideas –pantalla chica mediante–, durante el desayuno, el almuerzo o la cena. Pasen y vean: el conocimiento se viste de entrecasa y se cuela en nuestras casas.

"FUTURAMA" Y LA MECANICA CUANTICA

Otro tema que resulta particularmente oscuro para quien no está familiarizado con el tema (y también para muchos especialistas) es la mecánica cuántica, presente en muchos episodios de la serie. En "La suerte de los Fry", la acción comienza en un hipódromo, donde al terminar una carrera el relator anuncia que el final ha sido tan reñido que para determinar quién fue el ganador será necesario recurrir al microscopio electrónico. Luego de unos minutos anuncian al triunfador "en un final cuántico". Entonces el profesor Farnsworth protesta: "¡Trampa: alteraron el resultado al medirlo!". El profesor alude aquí al principio de incertidumbre de Heisemberg, una de las leyes más curiosas de la mecánica cuántica.

Este principio se aplica a lo que sucede con las partículas subatómicas y, en general, en el mundo de las pequeñas dimensiones. Normalmente nosotros podemos observar los fenómenos habituales sin "molestarlos". Por ejemplo, el curso de un eclipse no se altera según la gente lo observe o no. Y aunque las abuelas digan lo contrario, una olla de agua no hierve más lentamente cuando se la mira. Pero para observar un fenómeno subatómico tenemos que interactuar con él de manera más estrecha: para detectar un electrón tenemos que hacerlo chocar contra una superficie fosforescente (como la pantalla del televisor) o desviarlo con un campo magnético. En estas condiciones, la "observación" del electrón altera su comportamiento. De la misma forma, juzga Farnsworth, la observación del final de la carrera puede haber alterado el desenlace. Todo esto es lo que hay que saber para entender lo que dijo el profesor.

ACCION Y REACCION

En "Un dios entre nosotros", en pocos segundos se suceden dos fenómenos físicos, uno acertado y otro equivocado. Mientras Bender aprovecha para dormir en una cámara de torpedos, la tripulación abre fuego y dispara para defenderse de unos piratas, y Bender es catapultado como si fuera un proyectil; sale volando a tal velocidad que comienza a arrojar objetos hacia adelante para frenar su abrupta salida. Esto está perfectamente justificado por una de las leyes fundamentales de la mecánica: el principio de acción y reacción. Así como un cohete se impulsa hacia adelante arrojando gases hacia atrás, al arrojar un objeto hacia adelante, Bender recibe un impulso hacia atrás. Ese impulso es el que lo ayuda a frenar. Pero, a continuación, Bender saca un piano y comienza a tocar. Y, aunque se encuentra en el vacío del espacio, donde el sonido no se propaga, todos podemos escuchar la música.

EL NUMERO DE HARDY-RAMANUJAN-BENDER

En "Cuento de navidad" nos enteramos de que el robot Bender es el hijo número 1729 de su madre. Pero, ¿los robots tienen madres?. La respuesta es que sí; se trata de uno de esos brazos robóticos que se usan en las fábricas de autos. En "La guerra es el infierno" vemos que la nave Nimbus –la que comanda Zap Brannigan– tiene el número 1729 pintado en su casco. Y uno de los múltiples universos de "La paracaja de Farnsworth" también lleva el número 1729.

El número en cuestión no fue elegido por casualidad y su fama se debe a que protagonizó un pequeño capítulo en la historia de la matemática. Y hasta tiene nombre propio: es el número de Hardy–Ramanujan, en referencia a dos grandes matemáticos de principios del siglo XX: el indio Srinivasa Ramanujan y su colega inglés Godfrey H. Hardy.

En una ocasión, Ramanujan recibió la visita de Hardy que, para empezar la conversación comentó que había tomado el taxi número 1729. "Un número bastante aburrido", agregó. "Por el contrario –contestó Ramanujan–, es el menor número que puede expresarse como suma de dos cubos, de dos maneras distintas." Efectivamente, 1729=10 3+9 3= 1 3+12 3. No se sabe si Ramanujan conocía esta propiedad de antemano, si la calculó en el momento o si la percibió "como una iluminación", como él mismo solía decir.

Una vez le preguntaron a Ken Keeler, guionista de *Futurama* y doctor en Matemática, si valía la pena haber estudiado tanto para terminar escribiendo guiones para un dibujo animado. Keeler contestó que cualquiera de los chistes alrededor del número 1729 en la serie justifica por sí solo sus seis años de estudios universitarios. Totalmente de acuerdo.